

**MACHINE-ASSISTED TRANSLATION (MAT):**
**(19)【発行国】**

日本国特許庁 (JP)

**(19)[ISSUING COUNTRY]**

Japan Patent Office (JP)

**(12)【公報種別】**

公開特許公報 (A)

**(12)[GAZETTE CATEGORY]**

Laid-open Kokai Patent (A)

**(11)【公開番号】**
特  
2001-214212(P2001-214212A)
**(11)[KOKAI NUMBER]**
Unexamined Japanese  
2001-214212(P2001-214212A)

Patent

**(43)【公開日】**

平成13年8月7日 (2001. 8. 7)

**(43)[DATE OF FIRST PUBLICATION]**

August 7, Heisei 13 (2001. 8. 7)

**(54)【発明の名称】**
TiN系介在物を微細にする含Ti  
鋼の製造方法
**(54)[TITLE OF THE INVENTION]**
The manufacturing method of the Ti-containing  
steel which makes a TiN type inclusion fine
**(51)【国際特許分類第7版】**
C21C 7/00  
C22B 9/18  
9/187
**(51)[IPC INT. CL. 7]**
C21C 7/00  
C22B 9/18  
9/187
**[FI]**
C21C 7/00 B  
F  
C22B 9/18 A
**[FI]**
C21C 7/00 B  
F  
C22B 9/18 A

【審査請求】 未請求

[REQUEST FOR EXAMINATION] No

【請求項の数】 3

[NUMBER OF CLAIMS] 3

【出願形態】 OL

[FORM OF APPLICATION] Electronic

【全頁数】 5

[NUMBER OF PAGES] 5

(21)【出願番号】

特  
願  
2000-20938(P2000-20938)

(21)[APPLICATION NUMBER]

Japanese Patent Application  
2000-20938(P2000-20938)

(22)【出願日】

平成12年1月28日 (2000. 1. 2  
8)

(22)[DATE OF FILING]

January 28, Heisei 12 (2000. 1.28)

(71)【出願人】

【識別番号】  
000003713

(71)[PATENTEE/ASSIGNEE]

[ID CODE]  
000003713

【氏名又は名称】

大同特殊鋼株式会社

[NAME OR APPELLATION]

Daido Steel Co., Ltd.

【住所又は居所】

愛知県名古屋市中区錦一丁目1  
1番18号

[ADDRESS OR DOMICILE]

(72)【発明者】

【氏名】  
鎌水 誠一

(72)[INVENTOR]

[NAME OR APPELLATION]  
Yarimizu, Seiichi

【住所又は居所】

群馬県渋川市石原309—6 B5  
04

[ADDRESS OR DOMICILE]

(74)【代理人】

【識別番号】  
100104123

(74)[AGENT]

[ID CODE]  
100104123

【弁理士】

[PATENT ATTORNEY]

【氏名又は名称】

荒崎 勝美

[NAME OR APPELLATION]

Arasaki, Katsumi

【テーマコード(参考)】

4K001

4K013

[THEME CODE (REFERENCE)]

4K001

4K013

【Fターム(参考)】

4K001 AA27 BA23 EA02 FA01

FA02 FA10 FA11 GA17 GB11

4K013 AA00 BA14 CE00 CE09

DA12 FA00

[F TERM (REFERENCE)]

4K001 AA27 BA23 EA02 FA01 FA02 FA10

FA11 GA17 GB11

4K013 AA00 BA14 CE00 CE09 DA12 FA00

(57)【要約】

(57)[ABSTRACT OF THE DISCLOSURE]

【課題】

本発明は、疲労寿命を低下するTiN系介在物の長さが $10 \mu m$ 以下の含Ti鋼の製造方法を提供すること。

[SUBJECT OF THE INVENTION]

This invention should provide the manufacturing method of Ti-containing steel whose length of the TiN type inclusion which falls a fatigue life is 10 micrometer or less.

【解決手段】

リターン材を含まない含Ti鋼用原材料を真空誘導炉で溶解し、鋳造して製造した含Ti鋼材を電極とし、真空アーク溶解法で再溶解することを特徴とするTiN系介在物を微細にした含Ti鋼の製造方法。

[PROBLEM TO BE SOLVED]

The manufacturing method of the Ti-containing steel which made the TiN type inclusion fine and is characterized by making as the electrode Ti-containing steel, which is manufactured by dissolving and casting the raw materials for Ti-containing steel which does not contain a return material with a vacuum induction furnace, and dissolving again by a vacuum arc solution process.

## 【特許請求の範囲】

## [CLAIMS]

## 【請求項1】

TiN系介在物を含まない含Ti鋼用原材料を真空誘導炉で溶解し、鋳造して製造した含Ti鋼材を電極として真空アーク溶解法で再溶解することを特徴とするTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法。

## [CLAIM 1]

The manufacturing method of the Ti-containing steel which makes the TiN type inclusion fine and is characterized by making as the electrode Ti-containing steel, which is manufactured by dissolving and casting the raw materials for Ti-containing steel which does not contain the TiN type inclusion with a vacuum induction furnace, and dissolving again by a vacuum arc solution process.

## 【請求項2】

TiN系介在物を含まない含Ti鋼用原材料を真空誘導炉で溶解し、鋳造して製造した含Ti鋼材を電極として真空エレクトロスラグ溶解法で再溶解し、更にこの真空エレクトロスラグ溶解法で溶解した再溶解材を電極として真空アーク溶解法で再溶解することを特徴とするTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法。

## [CLAIM 2]

A manufacturing method of the Ti-containing steel which makes fine the TiN type inclusion, which dissolves the raw material for Ti-containing steel which does not contain a TiN type inclusion with a vacuum induction furnace, it dissolves again by a vacuum electro slag solution process by using as the electrode the Ti-containing steel materials casted and manufactured, furthermore, it dissolves again by a vacuum arc solution process by using as the electrode the re-dissolution material dissolved by this vacuum electro slag solution process.

## 【請求項3】

上記真空アーク溶解法による再溶解は、湯上がり速度が0.4cm/分以下であることを特徴とする請求項1又は請求項2記載のTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法。

## [CLAIM 3]

A manufacturing method of the Ti-containing steel which makes fine the TiN type inclusion of Claim 1 or Claim 2, in which a speed after bath of the re-dissolution by the above-mentioned vacuum arc solution process is 0.4 cm/min or less.

## 【発明の詳細な説明】

## [DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

## [0001]

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、含有するTiN系介在物を微細にするマルエージング鋼などの含Ti鋼の製造方法に関する。

## [0001]

## [TECHNICAL FIELD OF THE INVENTION]

This invention relates to the manufacturing method of Ti-containing steel, such as a maraging steel which makes fine the TiN type inclusion to contain.

## [0002]

## 【従来の技術】

含Ti鋼の一種であるマルエイジング鋼は、硬度、強度が高く、熱間及び冷間における疲労特性が高いため各種金型、固体燃料ロケット、超高速遠心分離機、トルク伝達軸、強力歯車などの用途に用いられている。一般的に、このマルエージング鋼は、真空誘導溶解炉で溶解して製造した真空誘導溶解材を真空アーク再溶解法で溶解し、鋳造する二重溶解法などで製造されていた。

## [0002]

## [PRIOR ART]

Since the maraging steel which is 1 type of Ti-containing steel has high hardness, high strength, and high fatigue characteristics in hot space and cold space, it is used for the application of various metallic-moulds, solid-rocket, super high-speed centrifuge, and torque-transmission axis, a powerful gearwheel, etc.

This maraging steel dissolves generally the vacuum derivative melting material dissolved and manufactured by the vacuum induction melting furnace by the vacuum arc dissolving-again method, it manufactured by the duplexing method to cast.

## [0003]

この二重溶解法は、先ず真空誘導炉によって(1)合金成分の調整し、(2)C、N、H、Oなどの不純物の低減が行われ、第2段の真空アーク再溶解によって更にC、N、

## [0003]

First, (1) alloy composition adjusts this duplexing method with a vacuum induction furnace, (2) Reduction of C, N, H, and O etc. impurity is performed, a vacuum arc re-dissolution of the 2nd stage performs C, N,

H, Oなどの低減を行い、かつ積層凝固により偏析を少なくするものである。この二重溶解法で製造されたマルエージング鋼は、硬度、強度が高く、清浄性が優れ、また疲労特性が高いため上記の多くの用途に使用されているが、 $10^7$ 回以上の超高疲労特性の改善が要求されるアイテムは、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 程度のTiN系介在物を起点として疲労破壊するため、更なる疲労特性の改善が要求され、真空アーク再溶解などにおいてTiN系介在物の低減および微細化が必要となった。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、含有するTiN系介在物の最大長さを $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下にする含Ti鋼の製造方法を提供することを課題とするものである。

#### 【0005】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明者は、含Ti鋼中のTiN系介在物の微細化方法について、成分組成、製造プロセスなどについて種々研究していたところ、TiN系

H, and O etc. reduction further, and it makes segregation less by the laminate coagulate.

The maraging steel manufactured by this duplexing method has hardness and the high strength, and cleanliness is excellent, moreover, since fatigue characteristics are high, it is used for many above-mentioned applications.

However, in order that the item as which improvement of the ultra-high fatigue characteristics more than a  $10^7$  time is demanded may carry out a fatigue breaking with about  $10\text{ micrometer}$  TiN type inclusion as the starting point, improvement of the further fatigue characteristics is demanded, in a vacuum arc re-dissolution etc., reduction and the miniaturization of a TiN type inclusion are needed.

#### 【0004】

##### 【PROBLEM TO BE SOLVED BY THE INVENTION】

This invention makes it a problem to provide the manufacturing method of the Ti-containing steel which sets the maximum length of the TiN type inclusion to contain to  $10\text{ micrometer}$  or less.

#### 【0005】

##### 【MEANS TO SOLVE THE PROBLEM】

In order to solve the above-mentioned problem, this inventor is about the micronization method of the TiN type inclusion in Ti-containing steel, by that a fatigue life will become short if a TiN type inclusion becomes bigger from  $10$

介在物は $10 \mu m$ より大きくなると疲労寿命が短くなること、真空アーク再溶解では、原料に含まれているTiN系介在物を除去することができないこと、TiN系介在物を小さくする一方法は、TiN系介在物の量を少なくすればよいこと、真空エレクトロスラグ溶解法で再溶解するとTiN系介在物を低減することができることなどの知見を得た。

micrometer when many things are studied about the component composition, the manufacture process, etc., and vacuum arc re-dissolution

When dissolved again by that the TiN type inclusion contained in the raw material is unremovable, that the one method which makes a TiN type inclusion small should just make quantity of a TiN type inclusion less, and a vacuum electro slag solution process, it acquired findings, like it can reduce a TiN type inclusion.

### [0006]

また、含Ti鋼用原材料のTiN系介在物量を少なくすると、製造された含Ti鋼中のTiN系介在物を低減することができること、含Ti鋼用原材料のTiN系介在物量を少なくするには、原材料を厳選してリターン材を含まないことが望ましいこと、溶解中にTiN系介在物の凝集を防止すれば、TiN系介在物を小さくすることができること、真空アーク再溶解法で溶解する場合、溶解速度が速いとTiN系介在物が大きくなることなどの知見を得て本発明をなしたものである。

### [0006]

Moreover, the thing for which it can reduce the TiN type inclusion in the manufactured Ti-containing steel if the TiN type interposition amount of resources of the raw material for Ti-containing steel is made less, in order to make less the TiN type interposition amount of resources of the raw material for Ti-containing steel, if aggregation of a TiN type inclusion is prevented during that it is desirable to select a raw material carefully and not to include a return material and melting, when a TiN type inclusion was dissolved by that it can make it small and the vacuum arc dissolving-again method, and the dissolution rate was quick, it acquired findings, like a TiN type inclusion becomes bigger, and accomplished this invention.

### [0007]

すなわち、上記課題を解決するため、本発明のTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法においては、TiN系介在物を含まない

### [0007]

That is, in order to solve the above-mentioned problem, in the manufacturing method of the Ti-containing steel which makes the TiN type inclusion of this invention fine, it dissolves the

含Ti鋼用原材料(リターン材を含まないほうが望ましい。)を真空誘導炉で溶解し、鋳造して製造した含Ti鋼材を電極として真空アーク溶解法で再溶解することである。

raw material for Ti-containing steel (it is more desirable not to include a return material) which does not contain a TiN type inclusion with a vacuum induction furnace, it is dissolving again by a vacuum arc solution process by using as the electrode the Ti-containing steel materials casted and manufactured.

#### 【0008】

さらに、上記課題を解決するため、本発明のTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法においては、TiN系介在物を含まない含Ti鋼用原材料(リターン材を含まないほうが望ましい。)を真空誘導炉で溶解し、鋳造して製造した含Ti鋼材を電極として真空エレクトロスラグ溶解法で再溶解し、更にこの真空エレクトロスラグ溶解法で溶解した再溶解材を電極として真空アーク溶解法で再溶解することである。

#### 【0008】

Furthermore, in order to solve the above-mentioned problem, in the manufacturing method of the Ti-containing steel which makes the TiN type inclusion of this invention fine, it dissolves the raw material for Ti-containing steel (it is more desirable not to include a return material) which does not contain a TiN type inclusion with a vacuum induction furnace, it dissolves again by a vacuum electro slag solution process by using as the electrode the Ti-containing steel materials casted and manufactured, furthermore, it is dissolving again by a vacuum arc solution process by using as the electrode the re-dissolution material dissolved by this vacuum electro slag solution process.

#### 【0009】

また、上記課題を解決するため、本発明のTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法においては、真空アーク再溶解法での溶解を湯上がり速度で0.4cm／分以下の速度にすることである。

#### 【0009】

Moreover, in order to solve the above-mentioned problem, in the manufacturing method of the Ti-containing steel which makes the TiN type inclusion of this invention fine, it is making melting by the vacuum arc dissolving-again method into the speed of 0.4 cm/min or less at a speed after bath.

#### 【0010】

#### 【0010】

### 【作用】

本発明のTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法においては、TiN系介在物を含まない含Ti鋼用原材料を真空誘導炉で溶解するので、TiN系介在物が少ない含Ti鋼材を製造することができ、この含Ti鋼材を電極として真空アーク溶解法で再溶解すると、TiN系介在物が少なく、かつ小さい含Ti鋼を製造することができる。さらに、真空誘導炉で溶解し、鋳造して製造したTiN系介在物が少ない含Ti鋼材を電極として真空エレクトロスラグ溶解法で再溶解するので、大気中のN<sub>2</sub>に汚染されることなくTiN系介在物がスラグに捕捉され、TiN系介在物がさらに少く、かつ小さい含Ti鋼を製造することができる。

### [OPERATION]

In the manufacturing method of the Ti-containing steel which makes the TiN type inclusion of this invention fine, it dissolves the raw material for Ti-containing steel which does not contain a TiN type inclusion with a vacuum induction furnace, depend.

If a TiN type inclusion can manufacture few Ti-containing steel materials and dissolves again by a vacuum arc solution process by using these Ti-containing steel materials as the electrode, it can manufacture small Ti-containing steel with them which has few TiN type inclusions.

Furthermore, it dissolves with a vacuum induction furnace, the TiN type inclusion casted and manufactured dissolves again by a vacuum electro slag solution process by using few Ti-containing steel materials as the electrode, depend.

A TiN type inclusion is caught by the slag, without N<sub>2</sub> in atmospheric air contaminating, it can manufacture Ti-containing steel in which there are still few TiN type inclusions, and they are small.

### 【0011】

また、真空エレクトロスラグ溶解法で再溶解して製造した電極などを真空アーク溶解法で再溶解することにより、C、N、H、Oなどの不純物の低減、TiN系介在物の微細化及び偏析の低減をすることができる。また、真空エレクトロスラグ溶解法で再溶解して製造した電

### [0011]

Moreover, it can carry out C, N, H, reduction of an O etc. impurity, micronization of a TiN type inclusion, and reduction of segregation by dissolving again the electrode dissolved again and manufactured by the vacuum electro slag solution process by a vacuum arc solution process.

Moreover, by what it makes a dissolution rate

極を真空アーク溶解法で再溶解する際、溶解速度を極力低くする(望ましくは、湯上がり速度を0.4cm/分以下にする)ことにより、プールが小さく、かつ浅くなるため、プール中のTiN系介在物の凝集時間が短くなるので、TiN系介在物を微細にすることができる。

low for as much as possible (it makes speed after bath into 0.4 cm/min or less desirably), when dissolving again the electrode dissolved again and manufactured by the vacuum electro slag solution process by a vacuum arc solution process, since a pool becomes small and shallow, the aggregation time of the TiN type inclusion in a pool becomes short, depend. It can make a TiN type inclusion fine.

### 【0012】

#### 【発明の実施の形態】

次に、本発明をより詳細に説明する。本発明の含有するTiN系介在物を微細にする含Ti鋼とは、マルエージング鋼(C:0.010%以下、Si:0.05%以下、Mn:0.05%以下、P:0.006%以下、S:0.006%以下、Ni:16~26%、Ti:0.1~2.0%を含有し、必要に応じてCo:5~16%、Mo:2~10%及びAl:0.03~0.4%のうちの1種又は2種以上を含有し、残部Fe及び不可避的不純物からなる鋼)、JIS SUH660(C:0.08%以下、Si:1.00%以下、Mn:2.00%以下、P:0.40%以下、S:0.030%以下、Ni:24~27%、Cr:13.50~16.00%、Mo:1.00~1.50%、V:0.10~0.50%、Ti:1.90~2.35%、Al:0.35%以下、B:0.001~0.010%を含有し、残部Fe及び不可避的不純物からなる鋼)、PHステンレス鋼などである。

### 【0012】

#### 【EMBODIMENT OF THE INVENTION】

Next, it demonstrates this invention in detail. The Ti-containing steel which makes fine the TiN type inclusion which this invention contains is a maraging steel (C; 0.010 % or less, Si: 0.05 % or less, Mn: 0.05 % or less, P: 0.006 % or less, S: 0.006 % or less, Ni: 0.006 % or less, Ni: 16~26%, Ti: 0.1~2.0% to 16 to 26%, it contains the one or more of Co: 5~16%, Mo: 2~10%, and Al: 0.03~0.4% as required, steel, JISSUH660 which are made up of remainder Fe and a unavoidable impurity (C; 0.08 % or less, Si: 1.00 % or less, Mn: 2.00 % or less, P: 0.40 % or less, S: 0.030 % or less, Ni: 24~27%, Cr: 13.50~16.00%, Mo: 1.00~1.50%, V: 0.10 to 0.50%, Ti: 1.90~2.35%, Al: 0.35 % or less and B: 0.001~0.010%, it is steel, a PH stainless steel, etc. which are made up of remainder Fe and a unavoidable impurity).

## [0013]

本発明の真空誘導炉で溶解する含Ti鋼用原材料は、TiN系介在物を含まないもの、すなわち、全ての原料が、バージン材からなるものが望ましい。含Ti鋼用原材料中にリターン材が含まれると製造される含Ti鋼中のTiN系介在物が多くなり、その結果としてTiN系介在物が大きくなるからである。

## [0013]

The raw material for Ti-containing steel which it dissolves with the vacuum induction furnace of this invention is a thing which does not contain a TiN type inclusion, that is, what all raw materials become from a virgin material is desirable. The TiN type inclusions in the Ti-containing steel which will be manufactured if a return material is contained in the raw material for Ti-containing steel increase in number, it is because a TiN type inclusion becomes bigger as a result.

## [0014]

本発明に使用する真空誘導炉は、真空状態で溶解できる誘導炉であれば、普通の構造のものでもよいし、特別の構造のものでもよい。さらに、本発明に使用する真空エレクトロスラグ溶解法は、真空状態で溶解するエレクトロスラグ溶解法であり、溶融スラグでTiN系介在物を捕捉できるものであれば、特に限定されないが、溶融スラグの材料としては、例えば $\text{CaF}_2$ :70%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ :30%からなるものでもよい。溶解速度については、特に制限はないが、均一な速度で溶解されるほうが好ましい。

## [0014]

As for the vacuum induction furnace which is used for this invention, either of ordinary structure or special structure is suitable, if it is an induction furnace which can dissolve in vacuum state.

Furthermore, the vacuum electro slag solution process which it uses for this invention is an electro slag solution process which it dissolves by vacuum state.

If a TiN type inclusion can be caught by a molten slag, it will not be limited in particular, but as a material of a molten slag, what is made up of  $\text{CaF}_2$ :70% and  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :30%, for example is possible.

It is more desirable to dissolve at a uniform speed, although there is no limitation in particular about a dissolution rate.

## [0015]

また、本発明に使用する真空アーク再溶解法は、C、N、H、Oなど

## [0015]

Moreover, the vacuum arc dissolving-again method which it uses for this invention aims at

の不純物の低減、TiN系介在物の微細化及び偏析の低減を目的とし、真空エレクトロスラグ溶解法で溶解した再溶解材を電極として真空中で水冷銅鋳型内においてアークにより再溶解する方法である。この真空アーク再溶解法では水冷銅鋳型の径が大きく、かつ溶解速度が速いと、溶融金属のプールが大きくなつてTiN系介在物が凝集して大きくなり、また偏析も大きくなるので、水冷銅鋳型の径が、例えば30cm以下、湯上がり速度が0.4cm／分より遅いほうが好ましい。

C, N, H, reduction of an O etc. impurity, micronization of a TiN type inclusion, and reduction of segregation, it is the method of dissolving again with an arc in a water-cooled copper casting mould in a vacuum by using as the electrode the re-dissolution material dissolved by the vacuum electro slag solution process.

By this vacuum arc dissolving-again method, if the diameter of a water-cooled copper casting mould is large and a dissolution rate is quick, the pool of molten metal will become bigger, and a TiN type inclusion will aggregate and become bigger, moreover, segregation also becomes bigger, depend.

The one where the diameter of a water-cooled copper casting mould is 30 cm or less and a speed after bath is slower than 0.4 cm/min, for example, is desirable.

### [0016]

次に、本発明の実施例を説明する。

#### 【実施例】

##### 実施例1

純チタン、純ニッケル、フェロモリブデン、純コバルト、純アルミ、電解鉄を下記表1の本発明例No.1及び2の成分組成の鋼になるような含Ti鋼用原材料を真空誘導溶解炉(VIF)で下記表2の本発明例No.1及び2に記載したような溶解時間で溶解し、铸造してインゴットを製造した。このインゴットを電極とし、真空アーク溶解法(V

### [0016]

Next, it demonstrates the Example of this invention.

#### [EXAMPLES]

##### Example 1

It is the example of this invention of the following table 1 about pure titanium, pure nickel, a ferromolybdenum, pure cobalt, a pure aluminum, and an electrolytic iron. It is the example of this invention of the following table 2 at a vacuum induction melting furnace (VIF) about a raw material for Ti-containing steel which becomes steel of No. 1 and a component composition of two. It dissolves in No. 1 and melting time as described in 2, it casted and

AR)で下記表2に記載したような  
真空度、溶解速度で溶解、鋳造し  
てインゴットを製造した。このイン  
ゴットを鍛造後熱間圧延して厚さ  
3. 5mmホットコイルを製造した。  
このコイルを切断して断面のTiN  
系介在物の大きさを測定した結果  
を下記表3の本発明例 No.1及  
び2に示した。

manufactured the ingot.

Let this ingot be the electrode, it dissolved, the  
degree of vacuum as described in the following  
table 2 and the dissolution rate casted by the  
vacuum arc solution process (VAR), and it  
manufactured the ingot.

It rolled this ingot between forging post heating,  
and manufactured thickness 3.5 mm hot coil.

It is the example of this invention of the  
following table 3 about the result of having cut  
this coil and having measured the size of the  
TiN type inclusion of a cross section. It was  
shown in No. 1 and 2.

### 【0017】

#### 実施例2

純チタン、純ニッケル、フェロモリ  
ブデン、純コバルト、純アルミ、電  
解鉄を下記表1の本発明例  
No.3～5の成分組成の鋼になる  
ような含Ti鋼用原材料を真空誘  
導溶解炉(VIF)で下記表2の本  
発明例 No.4～6に記載したよう  
な溶解時間で溶解し、鋳造してイ  
ンゴットを製造した。このインゴット  
を電極とし、真空エレクトロスラグ  
溶解法(真空ESR)で下記表2に  
記載したような真空度、溶解速度  
で溶解、鋳造して電極を製造し、  
この電極を真空アーク溶解法(V  
AR)で下記表2に記載したよう  
な真空度、溶解速度で溶解、鋳造し  
てインゴットを製造した。このイン  
ゴットを鍛造後熱間圧延して厚さ  
3. 5mmホットコイルを製造した。  
このコイルを切断して断面のTiN

### 【0017】

#### Example 2

It is the example of this invention of the  
following table 1 about pure titanium, pure  
nickel, a ferromolybdenum, pure cobalt, a pure  
aluminum, and an electrolytic iron. It is the  
example of this invention of the following table 2  
at a vacuum induction melting furnace (VIF)  
about a raw material for Ti-containing steel  
which becomes steel of a component  
composition of No.3-5. It dissolves in melting  
time as described in No.4-6, it casted and  
manufactured the ingot.

Let this ingot be the electrode, it dissolves, the  
degree of vacuum as described in the following  
table 2 and a dissolution rate cast by a vacuum  
electro slag solution process (vacuum ESR),  
and it manufactures the electrode, the degree of  
vacuum as described in the following table 2  
and the dissolution rate dissolved and casted  
this electrode by the vacuum arc solution  
process (VAR), and it manufactured the ingot.

系介在物の大きさを測定した結果  
を下記表3の本発明例 No.4~6  
に示した。

It rolled this ingot between forging post heating,  
and manufactured thickness 3.5 mm hot coil.

It is the example of this invention of the  
following table 3 about the result of having cut  
this coil and having measured the size of the  
TiN type inclusion of a cross section. It was  
shown in No.4-6.

【0018】

【0018】

【表1】

[TABLE 1]

	No	C	Si	Mn	S	Ni	Mo	Co	Ti	Al	N
本 発 明 例	1	0.003	0.03	0.03	0.001	18.55	4.73	8.85	0.44	0.11	0.0009
	2	0.002	0.03	0.03	0.001	18.58	4.75	8.85	0.45	0.11	0.0010
	3	0.002	0.03	0.01	0.001	18.66	4.76	8.88	0.46	0.15	0.0010
	4	0.002	0.03	0.01	0.001	18.73	4.75	8.82	0.45	0.11	0.0009
	5	0.001	0.04	0.01	0.001	18.66	4.72	8.90	0.45	0.12	0.0012
比 較 例	1	0.002	0.03	0.01	0.001	18.69	4.77	8.80	0.45	0.10	0.0008
	2	0.007	0.04	0.01	0.001	18.43	4.74	8.74	0.45	0.12	0.0007
	3	0.004	0.06	0.03	0.001	18.33	4.73	8.80	0.43	0.10	0.0007
	4	0.008	0.10	0.04	0.001	18.36	4.90	8.80	0.50	0.12	0.0020

	C	Si	Ma	S	Ni	Mo	Co	Ti	Al	N
Example of this invention										
1	0.003	0.03	0.03	0.001	18.55	4.73	8.85	0.44	0.11	0.0009
2	0.002	0.03	0.03	0.001	18.58	4.75	8.85	0.45	0.11	0.0010
3	0.002	0.03	0.01	0.001	18.66	4.76	8.88	0.46	0.15	0.0010
4	0.002	0.03	0.01	0.001	18.73	4.75	8.82	0.45	0.11	0.0009
5	0.001	0.04	0.01	0.001	18.66	4.72	8.90	0.45	0.12	0.0012
Comparative example										
1	0.002	0.03	0.01	0.001	18.69	4.77	8.80	0.45	0.10	0.0008
2	0.007	0.04	0.01	0.001	18.43	4.74	8.74	0.45	0.12	0.0007
3	0.004	0.06	0.03	0.001	18.33	4.73	8.80	0.43	0.10	0.0007
4	0.008	0.10	0.04	0.001	18.36	4.90	8.80	0.50	0.12	0.0020

[0019]

[0019]

[表2]

[TABLE 2]

表 2

No.	V I F 溶解条件		Vacuum E S R 条件		V A R 条件			
	原料リターン率	溶解時間	真空度 Torr	溶解速度	鋳型径	真空度 Torr	溶解速度	湯上がり速度
本発明例	1	0 %	175分	—	—	φ340	0.004	141 kg/Hr 0.32 cm/min
	2	0 %	175分	—	—	φ340	0.004	202 kg/Hr 0.46 cm/min
	3	0 %	170分	150	256kg/Hr	φ460	0.004	215 kg/Hr 0.27 cm/min
	4	0 %	170分	150	255kg/Hr	φ340	0.004	225 kg/Hr 0.52 cm/min
	5	0 %	170分	150	257kg/Hr	φ340	0.004	290 kg/Hr 0.67 cm/min
比較例	1	0 %	185分	—	—	φ340	0.004	220 kg/Hr 0.50 cm/min
	2	82%	185分	—	—	φ340	0.002	205 kg/Hr 0.47 cm/min
	3	88%	180分	—	—	φ340	0.003	206 kg/Hr 0.47 cm/min
	4	65%	180分	—	—	φ460	0.004	290 kg/Hr 0.38 cm/min

V A R 条件の湯上がり速度は、鋳型内での溶融金属面の上昇速度である。

	VIF dissolution condition		Vacuum ESR condition		VAR condition			
	Raw material return rate	dissolution time	degree of vacuum Torr	dissolution speed	casting diameter	degree of vacuum Torr	dissolution speed	after bath speed
Example of this invention								
1	0%	175 min.	—	—	φ340	0.004	141kg/Hr	0.32cm.min
2	0%	175 min.	—	—	φ340	0.004	202kg/Hr	0.46cm.min
3	0%	170 min.	150	256kg/Hr	φ460	0.004	215kg/Hr	0.27cm.min
4	0%	170 min.	150	255kg/Hr	φ340	0.004	225kg/Hr	0.52cm.min
5	0%	170 min.	150	257kg/Hr	φ340	0.004	290kg/Hr	0.67cm.min
Comparative example								
1	0%	165 min.	—	—	φ340	0.004	220kg/Hr	0.50cm.min
2	82%	185 min.	—	—	φ340	0.002	205kg/Hr	0.47cm.min
3	88%	180 min.	—	—	φ340	0.003	206kg/Hr	0.47cm.min
4	65%	180 min.	—	—	φ460	0.004	290kg/Hr	0.38cm.min

After bath speed under VAR condition is the increasing speed on dissolution metal in casting mould.

## 【0020】

## 比較例1

実施例1と同様な含Ti鋼用原材料を真空誘導溶解炉(VIF)で下記表2の比較例 No.1に記載したような溶解時間で溶解し、鋳造してインゴットを製造した。このインゴットを電極とし、真空アーク炉で

下記表2の比較例 No.1に記載したような真空度、溶解速度(220kg/Hr)で溶解、鋳造してインゴットを製造した。このインゴットを鍛造後熱間圧延して厚さ3.5mmホットコイルを製造した。このコイルを切断して断面のTiN系介在物の最大長さを測定した結果を下記表3の比較例 No.1に示した。

## 【0020】

## Comparative Example 1

It is Comparative Example of the following table 2 at a vacuum induction melting furnace (VIF) about the similar raw material for Ti-containing steel as Example 1. It dissolves in melting time as described in No. 1, it casted and manufactured the ingot.

Let this ingot be the electrode, it is Comparative Example of the following table 2 with a vacuum arc furnace. It dissolved, casted in the degree of vacuum as described in No. 1, and the dissolution rate (220 kg/Hr), and manufactured the ingot.

It rolled this ingot between forging post heating, and manufactured thickness 3.5 mm hot coil.

It is Comparative Example of the following table 3 about the result of having cut this coil and having measured the maximum length of the TiN type inclusion of a cross section. It was shown in No. 1.

## 【0021】

## 比較例2

Ni、Mo、Feを含有するリターン材:82%、88%及び65%(比較例の No.3)、純チタン、純ニッケル、フェロモリブデン、純コバルト、純アルミを18%(比較例の No.2)、12%(比較例の No.3)、

35%(比較例の No.4)からなる下記表1の比較例の No.2~4の成分組成の鋼になるような含Ti鋼用原材料を真空誘導溶解炉(VI

## 【0021】

## Comparative Example 2

The return material containing Ni, Mo, and Fe: 82%, 88%, and 65% ( No. 3 of Comparative Example), they are pure titanium, pure nickel, a ferromolybdenum, pure cobalt, and a pure aluminum, 18% ( No. 2 of Comparative Example)

Comparative Example of the following table 1 which is made up of 12% ( No. 3 of Comparative Example), and 35% ( No. 4 of Comparative Example) It is Comparative

F)で上記表2の比較例の No.2～4に記載したような溶解時間で溶解し、鋳造してインゴットを製造した。このインゴットを電極とし、真空アーカ溶解法(VAR)で上記表2に記載したような真密度、溶解速度で溶解、鋳造してインゴットを製造した。このインゴットを用いて実施例1と同様な方法で同様な厚さ3.5mmのホットコイルを製造した。このコイルを切断して断面のTiN系介在物の最大長さを測定した結果を上記表2の比較例No.2～4に示した。

Example of the above-mentioned table 2 at a vacuum induction melting furnace (VIF) about a raw material for Ti-containing steel which becomes steel of a component composition of No.2-4. It dissolves in melting time as described in No.2-4, it casted and manufactured the ingot.

Let this ingot be the electrode, it dissolved, the degree of vacuum as described in the above-mentioned table 2 and the dissolution rate casted by the vacuum arc solution process (VAR), and it manufactured the ingot.

It manufactured the hot coil of similar thickness 3.5 mm by the similar method as Example 1 using this ingot.

It is Comparative Example of the above-mentioned table 2 about the result of having cut this coil and having measured the maximum length of the TiN type inclusion of a cross section. It was shown in No.2-4.

[0022]

[0022]

【表3】

[TABLE 3]

	No.	溶解方法	Ti N系介在物の最大長さ
本発明例	1	VIF → VAR	6.8 μm
	2	VIF → VAR	9.7 μm
	3	VIF → VSR → VAR	7.5 μm
	4	"	8.6 μm
	5	"	9.8 μm
比較例	1	VIF → VAR	12.5 μm
	2	"	15.0 μm
	3	"	12.5 μm
	4	"	15.0 μm

	dissolution method	maximum length of Ti type inclusion
Example of this invention		
1	VIF → VAR	6.8 μm
2	VIF → VAR	9.7 μm
3	VIF → VSR → VAR	7.5 μm
4	VIF → VSR → VAR	8.6 μm
5	VIF → VSR → VAR	9.8 μm
Comparative example		
1	VIF → VAR	12.5 μm
2	VIF → VAR	15.0 μm
3	VIF → VAR	12.5 μm
4	VIF → VAR	15.0 μm

## 【0023】

これら結果より、本発明例のもの  
のTi系介在物の最大長さは、6.  
8～9.8 μmであり、何れも10 μ  
m以下であった。これに対して、  
比較例のもののTi系介在物の最

## [0023]

From these result, the maximum length of Ti  
type inclusion of the example of this invention is  
6.8 to 9.8 micrometer.  
All were 10 micrometer or less.  
On the other hand, the maximum length of Ti

大長さは、12.5～15.0 μmであり、何れも10 μmを超えていた。また、VARにおける鋳造の湯上がり速度が0.4cm／分より遅いもののほうが、0.4cm／分より早いもののよりTiN系介在物の最大長さが短くなっていた。

type inclusion of Comparative Example is 12.5 to 15.0 micrometer.

All were over 10 micrometer.

Moreover, although a speed of casting in VAR after bath was slower than 0.4 cm/min and the way was earlier than 0.4 cm/min, the maximum length of a TiN type inclusion was short more.

〔0024〕

[00241]

## 【效果】

本発明のTiN系介在物を微細にした含Ti鋼の製造方法は、上記構成したことによって、含Ti鋼中のTiN系介在物の最大長さを10  $\mu$  m以下にすることができるという優れた効果を奏することができる。

## ADVANTAGE

The manufacturing method of the Ti-containing steel which made the TiN type inclusion of this invention fine can have the outstanding effect that it can set the maximum length of the TiN type inclusion in Ti-containing steel to 10 micrometer or less, by having made it the above-mentioned composition.

## [AMENDMENTS]

## 【手續 補正書】

【提出日】

平成12年1月31日(2000. 1. 3 (2000.1.31)  
1)

[SUBMISSION DATE]

### 【手続補正1】

**[AMENDMENT 1]**

【補正対象書類名】 明細書

**[AMENDED SECTION] SPECIFICATION**

【補正対象項目名】 0020

[AMENDED ARTICLE] 0020

### 【補正方法】 変更

## [METHOD OF AMENDMENT] REWRITE

【補正内容】

[CONTENTS OF AMENDMENT]

[0020]

[0020]

【表3】

[TABLE 3]

	No.	溶解方法	Ti N系介在物の最大長さ
本発明例	1	VIF → VAR	6.8 μm
	2	VIF → VAR	9.7 μm
	3	VIF → 真空ESR → VAR	7.5 μm
	4	"	8.6 μm
	5	"	9.8 μm
比較例	1	VIF → VAR	12.5 μm
	2	"	15.0 μm
	3	"	12.5 μm
	4	"	15.0 μm

		dissolution method	maximum length of Ti type inclusion
Example of this invention			
1	VIF → VAR		6.8 μm
2	VIF → VAR		9.7 μm
3	VIF → Vacuum ESR → VAR		7.5 μm
4	VIF → Vacuum ESR → VAR		8.6 μm
5	VIF → Vacuum ESR → VAR		9.8 μm
Comparative example			
1	VIF → VAR		12.5 μm
2	VIF → VAR		15.0 μm
3	VIF → VAR		12.5 μm
4	VIF → VAR		15.0 μm

---

---

---

**[AMENDMENTS]**

---

---

---

---

---

**【手続  
補正書】****【提出日】** **[SUBMISSION DATE]**

平成12年2月1日 (2000. 2. 1) (2000.2.1)

**【手続補正1】** **[AMENDMENT 1]****【補正対象書類名】** 明細書 **[AMENDED SECTION]** SPECIFICATION**【補正対象項目名】** 発明の名称 **[AMENDED ARTICLE]** TITLE**【補正方法】** 変更 **[METHOD OF AMENDMENT]** REWRITE**【補正内容】** **[CONTENTS OF AMENDMENT]****【発明の名称】** **[TITLE OF THE INVENTION]**TiN系介在物を微細にする含  
Ti鋼の製造方法 The manufacturing method of the Ti-containing  
steel which makes a TiN type inclusion fine

**THOMSON SCIENTIFIC TERMS AND CONDITIONS**

*Thomson Scientific Ltd shall not in any circumstances be liable or responsible for the completeness or accuracy of any Thomson Scientific translation and will not be liable for any direct, indirect, consequential or economic loss or loss of profit resulting directly or indirectly from the use of any translation by any customer.*

Thomson Scientific Ltd. is part of The Thomson Corporation

Please visit our website:

"www.THOMSONDERWENT.COM" (English)

"www.thomsonscientific.jp" (Japanese)